УДК 579.262

НАНОБАКТЕРИИ – КАК БИОИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ СРЕДЫ ИЛИ ЗАБОЛЕВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Д.Г. Смирнов, Н.Н. Волкова

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
E-mail: Smirnov@main.tusur.ru

Приведены микрофотографии различных минеральных образований, полученные при помощи электронной микроскопии, а также некоторые экспериментальные результаты, показывающие, что все эти образования содержат карбонатапатит. Рассмотрены гистограммы распределений размеров нанобактерий в различных минеральных образованиях: в воде, в зубных, почечных и желчных камнях людей. Высказывается предположение о том, что основу этих минералов образуют оболочки нанобактерий, присутствие которых в исследуемых минералах может служить биоиндикатором экологического неблагополучия среды или заболевания человека.

В работах [1–5] приведены результаты, посвященные новому экологическому фактору – нанобактериям, которые, по мнению авторов, широко распространены в различных объектах окружающей среды и могут инициировать у человека различные заболевания. В работе [1] указывается, что нанобактерии относятся α 2 подгруппы протеобактерий аналогов Brucella, Bartonella.

Идентификацию нанобактерий можно осуществить по следующим признакам:

- морфологии нанобактерий;
- химическому составу оболочки нанобактерий и их биологическим особенностям.

Для исследований морфологии нанобактерий обычно используют оптическую и электронную микроскопию.

Идентификация нанобактерий по химическому составу может быть осуществлена с помощью рентгеноструктурного, инфракрасного спектрального анализа или иных методов, позволяющих определить состав оболочки нанобактерий.

Выявление биологических особенностей нанобактерий осуществляется с помощью моноклональных антинанобактериальных антител А-4003 61-88 (Nano-Bac, Finland) и выращиванием нанобактерий на агаре.

Основными признаками, по которым идентифицируются нанобактерии этого вида, являются: овоидная форма, диаметр, состав оболочки, наличие в оболочке углублений или отверстий. Характерным является то, что диаметры этих протеобактерий значительно меньше диаметров известных в настоящее время хламидий, и они одни из немногих способны к биоминерализации, а их оболочка состоит из карбонатапатита. Следует отметить, что ни в одной работе мы не обнаружили данных, посвященных статистическим законам распределения размеров нанобактерий.

Целью настоящей работы была попытка восполнить этот пробел и исследовать распределения размеров карликовых хламидий в различных минеральных образованиях.

Исследования проводились по следующей методике. Минеральное образование предварительно сушилось при температуре 18...20 °С в течение 4...6 ч, а затем механически размельчались. После размельчения одну из частиц брали в качестве образца для исследования. Выбранный образец обдувался сжатым воздухом, и на него наносился проводящий металлический слой (как правило, золото). Образец помещался в электронный микроскоп. Сканируя при помощи микроскопа по поверхности исследуемого образца, находили участки, состоящие из овоидных тел, по всем признакам напоминающих нанобактерии. После обнаружения таких участков с помощью измерительной линейки, имеющейся в электронном микроскопе,

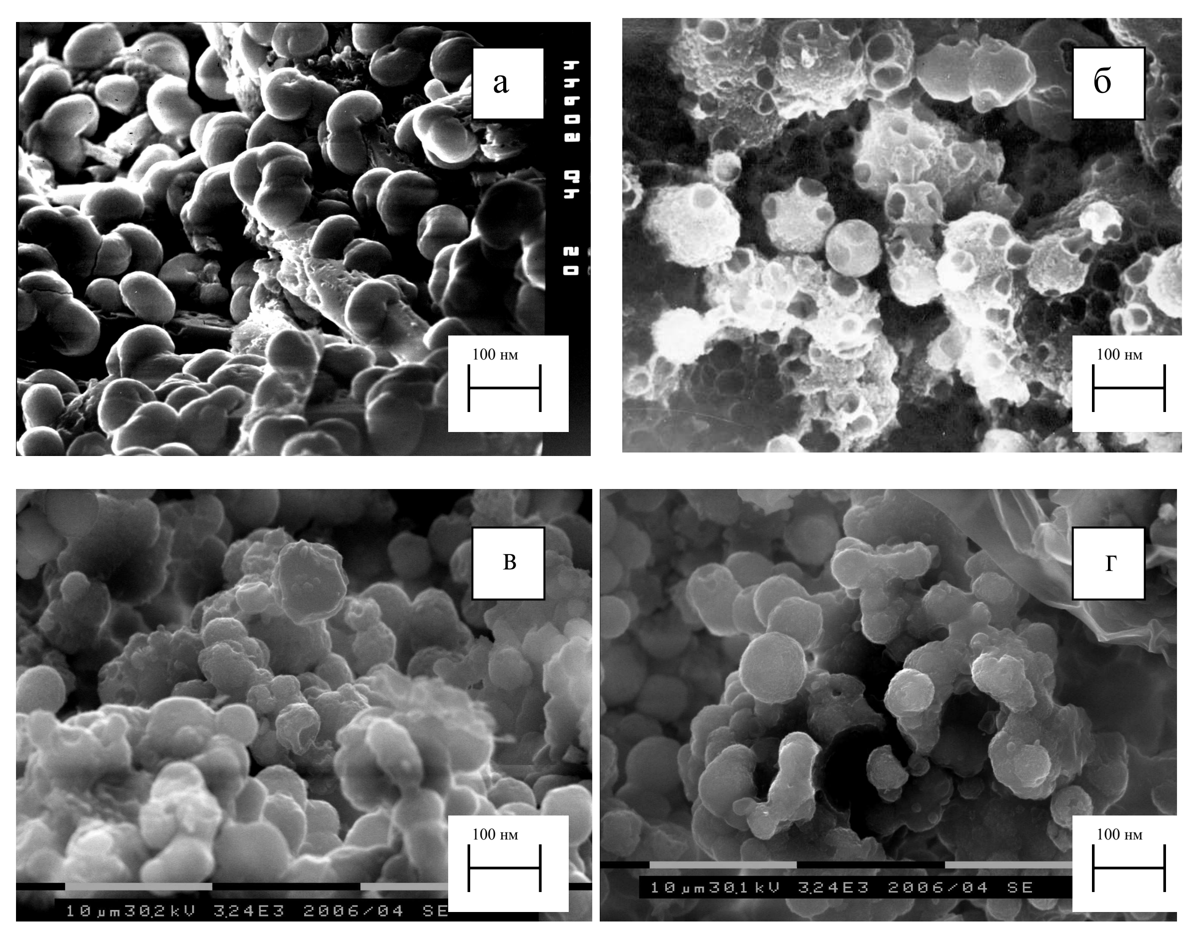


Рис. 1. *Электронная микроскопия минеральных образований: а) осадки в воде; б) зубной камень; в) желчный камень; г) почечный камень*

производили измерения диаметров овоидных тел. В экспериментах использовали сканирующие микроскопы Philips-SEM-515 и «JEM-100 СХП» («JEOL», Япония).

На рис. 1 приведены фотографии минеральных образований, полученные нами в осадках воды Томского водозабора, зубных, почечных и желчных камнях человека.

Как видно из рис. 1, форма и размеры тел в структуре минеральных образований практически одинаковы, несмотря на то, что эти минеральные образования взяты для исследования из различных объектов. В оболочке тел просматриваются впадины или отверстия. Форма и размеры полностью аналогичны форме и размерам нанобактерий [1], где с помощью моноклональных антинанобактериальных антител А-4003 61-88 (Nano-Bac, Finland) и выращивания на агаре было установлено, что просматриваемые под электронным микроскопом тела являются нанобактериями. Это дает основание предположить, что и тела, образующие минеральные образования, исследуемые нами, являются нанобактериями.

Для дополнительного подтверждения того, что причиной минеральных образований в воде и в органах человека является нанобактерии, оболочку которых образует карбонатапатит, нами были проведены дополнительные исследования с помощью Фурье-фотоспектрометра Infralum FT-801. Фурье-фотоспектрометр работает на основе отражения или поглощения электромагнитных волн в ближней и средней ИК-области. Спектральный диапазон от 55 до 55000 см$^{-1}$, погрешность не более ±0,05 см$^{-1}$. В качестве эталона был взят минерал карбонатапатит, спектр которого был снят на Фурье-фотоспектрометре; с этим спектром сравнивались спектры исследуемых объектов. Анализ при помощи Фурье-фотоспектрометра всех исследуемых минералов показал, что в их спектрах содержатся полосы, характерные для карбонатапатита. Следовательно, в исследуемых объектах содержится карбонатапатит, который составляет основу оболочки нанобактерий. Таким образом, проведенные исследования позволяют с достаточно большой достоверностью утверждать, что просматриваемые в электронный микроскоп тела являются нанобактериями.

На рис. 2 приведены гистограммы распределения частот (абсолютных статистических весов) диаметров нанобактерий, а в таблице – численные – значения этих частот в минеральных образованиях различных объектов. Средний диаметр нанобакте-

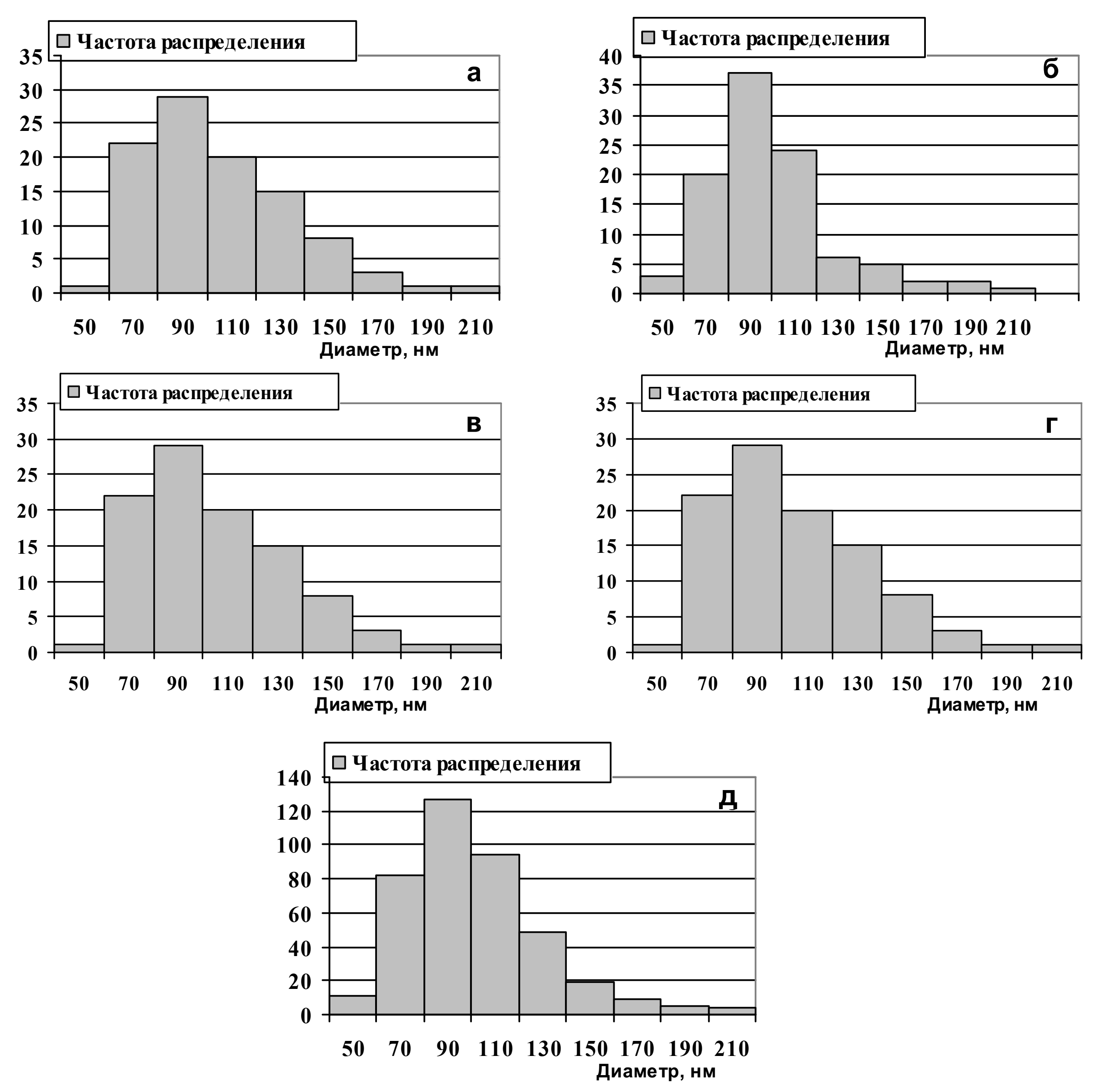


Рис. 2. *Частота распределения диаметров хламидий в минеральных образованиях: а) в воде; б) в зубных камнях; в) в почечных камнях; г) в желчных камнях; д) интегральное распределение*

рий в минеральном образовании подсчитывался по формуле

$$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} m_i \Delta D_i}{n},$$

где $\overline{D}$ – средний диаметр нанобактерии; m_i – абсолютная частота (статистический вес) попадания диаметров нанобактерий в ΔD_i интервал значений; i=1,2,...,k – номера интервалов; k=9; n=100 – число измерений диаметров нанобактерий в одном минерале.

Интервальное распределение размеров нанобактерий в различных минеральных образованиях приведено в таблице.

Как следует из гистограмм и таблицы, диаметры нанобактерий, находящихся в различных минеральных образованиях, лежат в диапазоне от 40 до 220 нм. Среднестатистический диаметр нанобактерий колеблется от 98 до 105 нм, а дисперсия их диаметров лежит в диапазоне от 769 до 944 нм^2.

На рис. 2, *д*, и в нижней строке таблицы приведены интегральные частоты распределения диаметров нанобактерий, которые были получены суммированием частот распределения диаметров нанобактерий, полученных в различных минеральных образованиях. Анализ интегрального закона распределения по χ^2-критерию показал, что он близок к нормальному с доверительной вероятностью P = 0,95.

Идентичность формы, структуры и размеров микроорганизмов, приведенных на рис. 1, с формой, размером и структурой нанобактерий, обнаруженных в работах [1–5], позволяет сделать вывод о том, что в минеральных образованиях, исследо-

Таблица. *Интервальное распределение диаметров нанобактерий*

Минеральное образование	Частоты распределения диаметров хламидий по интервалам ΔD_i, нм										
	40…60	60…80	80…100	100…120	120…140	140…160	160…180	180…200	200…220	$\bar{D}$, нм	S_i^2, нм^2
В осадках воды	2	15	35	26	14	4	2	1	1	103,0	769,1
В зубных камнях	3	20	37	24	6	5	2	2	1	100,0	885,0
В желчных камнях	5	25	26	24	14	2	2	1	1	98,1	882,3
В почечных камнях	1	22	29	20	15	8	3	1	1	105,2	944,0
Совокупный (интегральный) минерал	11	82	127	94	49	19	9	5	4	101,5	868,1

ванных нами, обнаруживается один и тот же вид карликовых хламидий – нанобактерий.

Не касаясь роли нанобактерий в инициировании того или иного заболевания, отметим, что они сопутствуют многим из них, обнаруживаясь при этих заболеваниях в тканях и органах человека, например, в зубных, желчных и почечных камнях. Демонстрацией этого факта, в частности, служат микрофотографии, приведенные на рис. 1. Присутствие нанобактерий в организме человека, по нашему мнению, можно рассматривать в качестве биоиндикатора, который указывает на то, что человек уже нездоров или может заболеть одной из болезней, которым сопутствуют нанобактерии, а присутствие нанобактерий в воде – в качестве экологического биоиндикатора неудовлетворительного состояния воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.Т., Смирнов Г.В., Медведев М.А., Волкова Н.Н. Нанобактерия (перспективы исследований). – Томск: Изд-во «Твердыня», 2003. – 359 с.
2. Смирнов Г.В., Волков В.Т., Смирнов Д.Г., Волкова Н.Н. Исследование питьевой воды Томской области на наличие в ней нанобактерий // Провинциальный город: экономика, экология, архитектура, культура: Сб. матер. I Всеросс. научно-практ. конф. – Пенза, 2003. – С. 88–91.
3. Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. Нанобактерия и статистика некоторых заболеваний // Сахаровские чтения 2005 года: экологические проблемы XXI века: Матер. V Междунар. научн. конфер. – Минск, 2005. – Ч. 1. – С. 156–157.
4. Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. Статистический анализ связи между минеральным составом воды и заболеваниями человека зобом, уролитиазом, сахарной и желчекаменной болезнями // Электронные средства и системы управления: Матер. Междунар. научно-практ. конф. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2004. – Ч. 2. – С. 45–47.
5. Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. Экологический фактор преждевременного старения человека – нанобактерия // Вестник СО АН высшей школы. – 2005. – № 1(9). – С. 26–35.

УДК 593.11:665.61